Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 8 | 393—413 | München, 15. 12. 1968

Neue Ergebnisse der geologisch-paläontologischen Untersuchungen im „Hochbajuvaricum“ des östlichen Wendelstein-Gebietes (Bayerische Alpen)

Von HANS WOLFF, München[1])

Mit 3 Abbildungen

Zusammenfassung

Es wird ein Überblick über die Stratigraphie, Paläontologie und Lithologie besonders der biofaziell interessanten Schichtglieder gegeben. Sodann steht die Schuppentektonik OSSWALDS (1928, 1951) zur Diskussion.

Summary

A survey on stratigraphy, paleontology and lithology of biofacially interesting strata is given. Discussion of the tectonic conception of OSSWALD (1928, 1951) follows.

Inhalt

I. Einleitung

Auf Anregung von Herrn Prof. Dr. R. DEHM wurde eine Neukartierung und geologisch-paläontologische Bearbeitung des östlichen Wendelstein-Gebietes, links des Inns, durchgeführt (Topograph. Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt 83 38). Das behandelte Gebiet liegt am Nordrand des „Hochbajuvaricum“ (syn. Kalkalpine Innenzone syn. „Lechtaldecke“) und enthält Schichtglieder vom Wettersteinkalk bis zum Turon. Die

[1]) Dipl.-Geol. HANS WOLFF, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10/II.

Grenzen sind: im Norden die Linie Arzmoos — Förchenbach — Hatscherwand, im Westen der Arzmoos- und Auerbach, im Süden die Linie Tatzelwurm — Bichlersee und im Osten die Linie Bichlersee — Hatscherwand.

Nach den Vorarbeiten GÜMBELS (1861) erfuhr das Gebiet im Rahmen einer speziellen Wendelstein-Arbeit erstmals von FRAAS (1891) eine genauere Untersuchung; die Erkenntnisse sind in einer geologischen Karte 1 : 25 000 bildlich niedergelegt. Von OSSWALD (1928) wurde dann eine für die damalige Zeit sehr ausführliche Bearbeitung vorgenommen. Seine detaillierten Aufnahmen der Stratigraphie machten den Aufbau des Wendelstein-Gebietes näher bekannt. OSSWALD sah sich nicht veranlaßt, eine „Allgäu-Decke" von einer „Lechtal-Decke" zu trennen, wie man es im westlichen Südbayern gewohnt war. Er ging einen zur damaligen Zeit selbständigen Weg und gliederte das Wendelstein-Gebiet und sein Hinterland in 12 Schuppen, die nach bestimmten Kriterien wiederum zu größeren Zonen vereinigt wurden.

Im Rahmen eines kurzen Exkursionsführers unterstrich OSSWALD (1951) seine Ergebnisse, ohne auf die inzwischen erfolgten Angriffe von RICHTER (1937), HERBST (1938) oder widersprechende Befunde aus anderen Gebieten (KOCKEL, RICHTER & STEINMANN 1931, CUSTODIS & SCHMIDT-THOMÉ 1939) einzugehen.[2])

SPENGLER (1956) nahm zur Schuppentektonik vor allem auf Vermutungsbasis teils zustimmend, teils ablehnend Stellung. Er ordnete die Schuppen größeren Einheiten unter, die bei ihm nach alter Decken-Vorstellung „Allgäu-Decke" und „Lechtal-Decke" (mit den Teildecken „Untere" und „Obere Wendelstein-Decke" sowie „Sekundäre Lechtal-Decke") benannt sind.

Die widersprechenden Veröffentlichungen waren ein Anstoß zu dieser Bearbeitung. Über die allgemeine Neukartierung hinaus (im Maßstab 1 : 5000, hinterlegt in der Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie) wurden fazielle Gesichtspunkte besonders berücksichtigt, da solche einerseits bei tektonischen Fragen eine wichtige Rolle spielen und als eine Grundlage für die Überprüfung der Schuppentektonik OSSWALDS dienen sollten. Andererseits lassen Fazies-Untersuchungen Aussagen auf ökologische und paläogeographische Verhältnisse zu, die im einzelnen noch zu wenig bekannt sind. Da das Bezeichnende eines Gesteins oft die Fauna ist, wurde diese neben makro- und mikrofaziellen Merkmalen besonders beachtet; dies findet in modernen fazieskundlichen Arbeiten viel zu wenig Berücksichtigung. In diesem Rahmen wird ein gekürzter Bericht über die in WOLFF (1967, Mskr.) aufgezeigten Befunde vorgelegt. Der Schwerpunkt wird auf die biofaziell und biostratigraphisch interessanten Schichtglieder Wettersteinkalk, Rät und Jura gelegt. Raibler Schichten, Hauptdolomit und Plattenkalk sollen am Rande behandelt werden, vor allem soweit sich tektonische Folgerungen ergaben. Über das Rät wurde teilweise bereits 1967, über die Tiefe Oberkreide wird 1968 eigens berichtet. Gegebenenfalls soll darauf verwiesen werden.

Für die Übertragung der Neubearbeitung, für Ratschläge und kritische Bemerkungen während der Ausarbeitung und für die Aufnahme der Kapitel „Rät-Fazies . . ." (1967), „Tiefe Oberkreide . . ." (1968) sowie dieser Arbeit in die Mitteilungen der Bayer. Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie danke ich an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. R. DEHM noch einmal herzlich.

Für fachliche Besprechungen danke ich ferner Herrn Prof. Dr. H. HAGN, den Herren Doktoren W. BARTHEL, H. JERZ, E. OTT, U. PFLAUMANN, H. K. ZÖBELEIN, sowie Herrn Oberpräparator H. MERTEL für zahlreiche präparative Hinweise und Hilfen.

[2]) Wird im Folgenden auf OSSWALD verwiesen, so ist stets die Arbeit von 1928 gemeint; der Exkursionsführer (1951) zeigt keine neuen Gesichtspunkte.

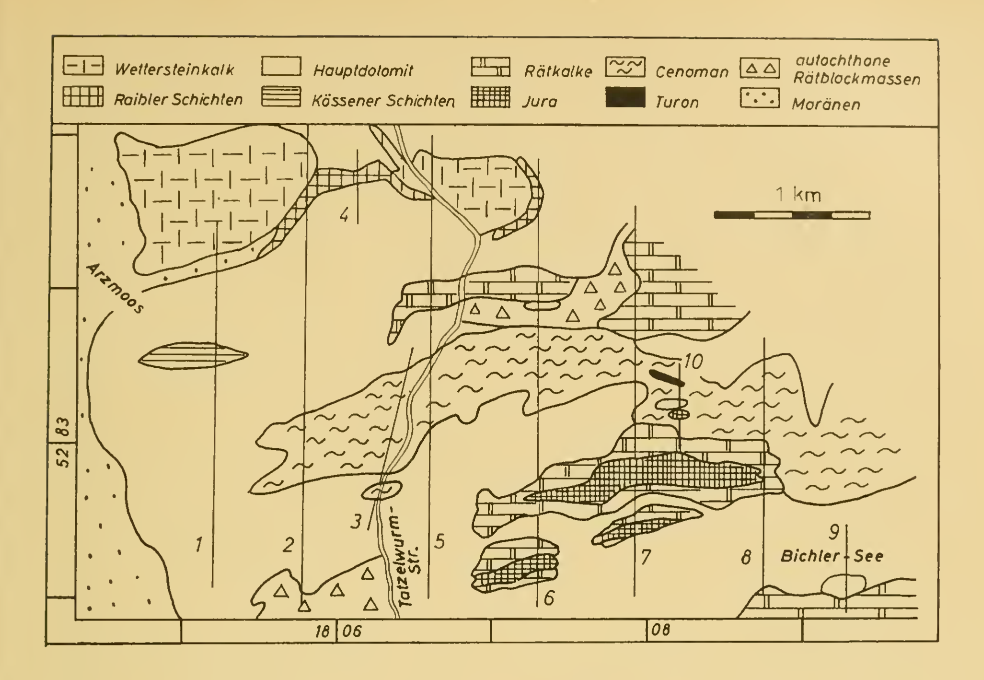


Abb. 1: Stratigraphische Übersichts-Skizze des östlichen Wendelstein-Gebietes zwischen Arzmoos und Bichler-See, mit Lageplan der auf Abb. 2 dargestellten Profile.

II. Stratigraphie und Fazieskunde

1. Oberer Wettersteinkalk

Als tiefstes Schichtglied liegt im nördlichen Untersuchungsgebiet oberer Wettersteinkalk vor. Am Übergang zu den Raibler Schichten sind spezielle Gesteinsausbildungen als „Sonderfazies" im Sinne SCHNEIDERS (1953) vorhanden. Als Bildner der Normalfazies kommen besonders Korallen (Thecosmilien) und gegliederte Kalkschwämme (Sphinctozoen) zur Geltung, die kleine Riffstotzen aufgebaut haben. Die Riffkalke zeigen die bekannten Großoolithe. Zwischen den Stotzen lagerte sich der Schutt der riffbildenden Organismen ab, wie aus den biogenen Schuttkalken ersichtlich wird. Untergeordnet sind Reste von Dasycladaceen. Diese Beobachtungen entsprechen ganz den Untersuchungen im westlichen Ammergebirge (TAUPITZ 1954, WALDVOGEL 1964), wo der Südrand des oberen Wettersteinkalkes als Korallen-Riffgürtel ausgeprägt ist, im Benediktenwand-Gebiet (WALDVOGEL 1964) und großenteils im weiteren Wendelstein-Gebiet (WROBEL 1966, Mskr., MÜLLER 1967, Mskr.). Die in den Kalkhochalpen verbreiteten typischen Dasycladaceenrasen treten demnach im oberen Wettersteinkalk des Kalkalpen-Nordrandes jedenfalls gebietsweise zurück. Nur selten sind sie in ökologischen Nischen häu-

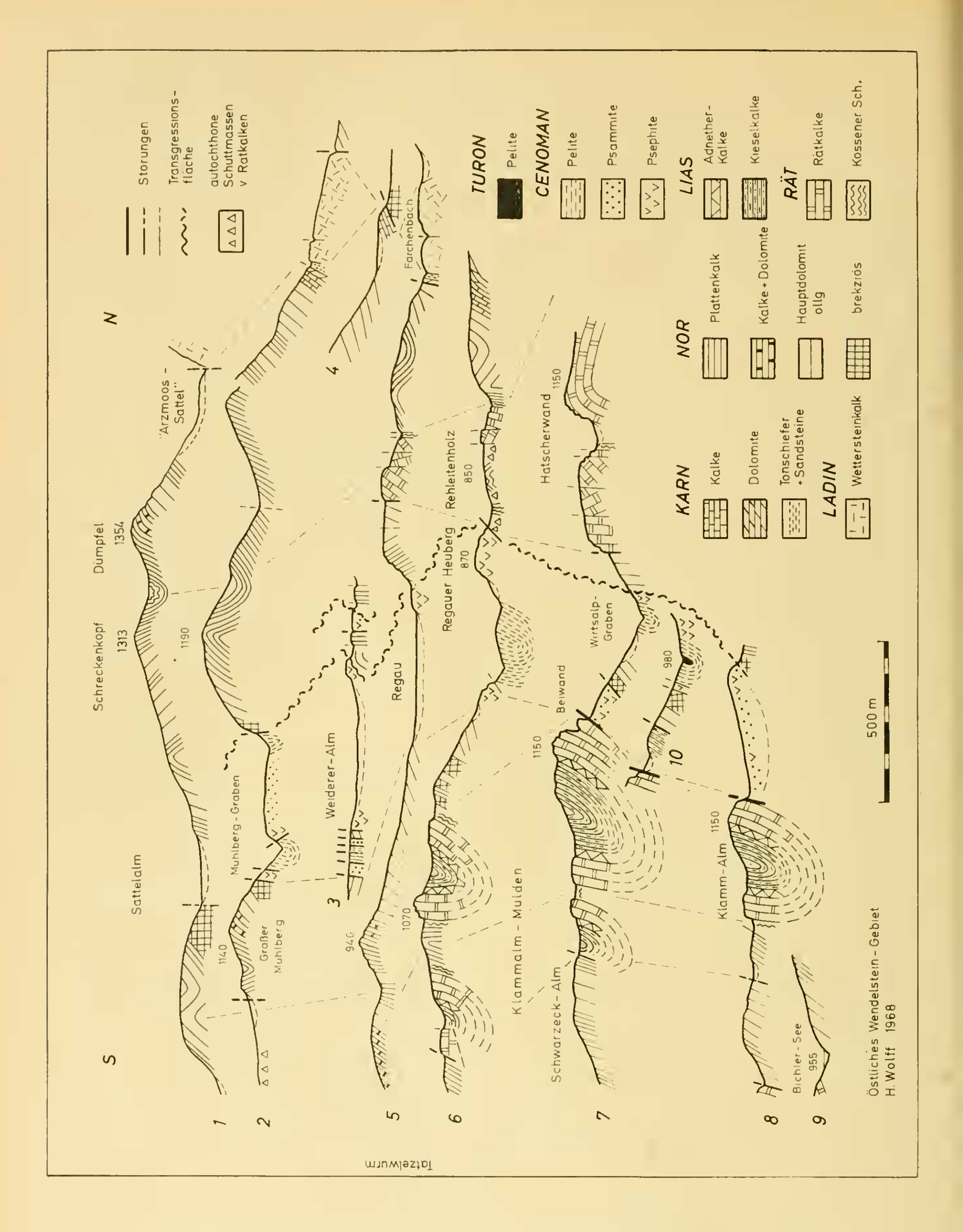


Abb. 2: Profil-Serie durch das östliche Wendelstein-Gebiet zwischen Arzmoos und Bichler-See.

figer anzutreffen, wie zum Beispiel im westlichen Wendelstein-Gebiet (N. SCHMITT 1966, Mskr.)[3]).

Neben Riffstotzen und biogenen Schuttkalken sind Kalkarenite und Kalkpelite mit wenig biogenen Komponenten seltener anzutreffen.

Im Gegensatz zur vielzitierten Fossilarmut des Wettersteinkalkes ist dieser in unserem Gelände relativ fossilreich. Foraminiferen sind untergeordnet in detritischen Kalken vertreten, darunter *Archaediscus,* Glomospiren und Textularien. Spongien sind neben den Korallen die wichtigsten Vertreter der Fauna. Die auftretenden Kalkschwämme in den Riff- und Riffschuttkalken gehören vor allem den ungegliederten Sphinctozoen an. Unter anderem kommen *Dictyocoelia, Verticillites, Polytholosia* und *Syringopora* vor. Unter den Anthozoen stehen die Thecosmilien an der Spitze. Einzelkorallen werden durch *Montlivaultia* vertreten. Die Korallenkelche werden zum Teil von Stromatolith-Algen (Girvanellen und Cyanophyceen) umhüllt. Dazwischen siedelten sich Würmer oder Problematica an. Palökologisch bezeichnend ist das Zusammenvorkommen von Korallen und Kalkschwämmen. Einige Stöckchen, die den Chaetetiden angehören dürften, sind für eine genauere Aussage zu stark umkristallisiert. Unter den Brachiopoden sei *Amphiclina amoena* BITTNER erwähnt. Mollusken sind als äußerst spärlich zu bezeichnen und meist nur als Bruchstücke in Schuttkalken, besonders Algengesteinen, vorhanden. Ansprechbar war ein Gastropode *Omphaloptycha* sp. Vermes sind in Riff- und Riffschuttkalken häufig vorhanden. Echinodermenreste wurden in den Kalksapropeliten aufgefunden. Die Flora der Schuttkalke und der ooidführenden Fazies des „backreef-Bereiches" ist durch Kalkalgen charakterisiert, unter denen die niederen Algen Codiaceen und Solenoporaceen die erste Stelle einnehmen. Dasycladaceen treten zurück, wie bereits vermerkt wurde. Problematika sind besonders im engeren Riffbereich immer wieder anzutreffen, unter anderem *Microtubus communis* FLÜGEL.

An Fossilien mit stratigraphischem Aussagewert fanden sich *Teutloporella herculea* PIA und im Nachbargebiet bei MÜLLER (1966, Mskr.) *Poikiloporella duplicata* PIA. Letztere ist für den oberen bis obersten Wettersteinkalk bezeichnend. Ob sie auch in den Raibler Schichten vorkommt, ist nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. E. OTT unbekannt. Wie im Riffbereich allgemein, ermangelt es einer geeigneten Ammonitenfauna. So ist nicht zu entscheiden, ob und inwieweit der Wettersteinkalk in das Karn eingeht. Würde man sich JACOBSHAGEN (1961, S. 477 ff.) anschließen und die Grenze Ladin/Karn zwischen Langobard und Cordevol legen, so reichte der Wettersteinkalk sogar bis an die Basis des mittleren Karn.

Als Bildungen der „Sonderfazies" wurden linsenartig eingeschaltete rote und schwarze Brekzien, Algensparite und -oolithe, Kalksapropelite und Mineralnester von Flußspat und Cölestin neben der pyritischen Vererzung der oberen

[3]) Freundlicherweise gestatteten mir die Herren WO. MÜLLER, N. SCHMITT und J. P. WROBEL einige noch unveröffentlichte Ergebnisse aus Nachbargebieten zum Vergleich zu verwenden, wofür ihnen bestens gedankt sei.

Wettersteinkalkbänke gefunden. Besonders Brekzien und Algengesteine weisen feinverteilten Pyrit auf. Nach SCHNEIDER (1954) ist die Vererzung synsedimentär.

Über die Lebensbedingungen in Wettersteinkalk-Riffen im Allgemeinen und besonders für die Sphinctozoen berichtete OTT (1967). Jedenfalls verlangt die reiche biogene Karbonatproduktion im oberen Wettersteinkalk grundsätzlich ähnlich günstige physikalisch-chemische Voraussetzungen wie in heutigen tropischen Riff-Gebieten. Im obersten Wettersteinkalk muß dann jedoch ein starker Umschwung eingetreten sein, der das Riffwachstum zum Absterben brachte. Denn der rasche Wechsel faziell verschiedenster Gesteine und ein Teil ihrer Ablagerungsgefüge weisen auf unruhige Sedimentationsverhältnisse hin. Vulkanische Tätigkeiten bewirkten örtlich und zeitlich rasch wechselnde Bedingungen, auf die die Entstehung der „Sonderfazies" zurückgeführt wird.

2. Raibler Schichten

Im untersuchten Gebiet folgen auf den oberen Wettersteinkalk Schiefertone, Sandsteine, Dolomite und mehr oder weniger mergelige Kalke. Aufgrund des raschen Gesteinswechsels ist die Zone dieser Schichten häufig gestört; die einzelnen Gesteinsglieder sind dann lokal tektonisch reduziert, zerschert oder auch miteinander verquetscht. Zum großen Teil dürften die Gesteinsglieder jedoch erhalten sein, wenn man deren Mächtigkeit von etwa 100 m mit der aus den Nachbargebieten (s. u.) vergleicht.

Hier sei nur eine kurze Beschreibung der Raibler Gesteine gegeben. Über dem Wettersteinkalk (vererzte „Sonderfazies") liegen 8—10 m dunkle Mergel und Schiefertone, die nach oben zu mit Sandsteinen wechsellagern und dann in reine grüne Sandsteine (5 m) mit Pflanzenresten übergehen. Die hangenden Dolomite (30 m) setzen sich von unten nach oben aus

feingeschichteten, braunen und weißen Dolomiten,
sandigen Dolomiten mit Kohleschmitzen,
feingeschichteten und löcherigen Dolomiten

zusammen. Die weiter folgenden Kalke (50 m) bestehen aus

braunen und grauen, teils feinschichtigen Kalken,
Mürbkalken arenitischer Natur,
hellbeigen ostracoden- und ooidführenden Kalken und Oolithen,
dünnplattigen, meist dichten blaugrauen, mergeligen Kalken und Mergelkalklagen.

In den Kalken ist eine brekziöse Bank (10—20 cm) mit Resedimenten und Crinoiden-Detritus eingeschaltet.

Dunkle Kalkbänke oder auch eine einzelne Bank mit Crinoiden- oder sonstigen Echinodermenresten wertet JERZ (1966, S. 57) als Leithorizont der oberen Schiefertone in den zentralen und südlichen Vorkommen der Kalkalpen zwischen Lech und Inn. Positionsmäßig ist eine Vergleichbarkeit gegeben. Die Schiefertone sind hier jedoch durch Mergelkalke ersetzt.

Bezüglich einer detaillierten faziellen Beschreibung und Paläogeographie der Raibler Schichten verweise ich auf JERZ (1966) und SCHULER (1968), die diese in den nördlichen Kalkalpen genau bearbeiteten.

Auf die Dolomite ist jedoch noch etwas einzugehen; sie sind wichtig für die tektonische Deutung des Gebietes. Osswald hat die Dolomite auf seiner Wendelsteinkarte und den zugehörigen Profilen mit dem Hauptdolomit zusammengefaßt und als eine Fazies betrachtet, in der die Raibler Kalke eingeschaltet sind; (ganz untergeordnet schied er schwärzliche und gipsführende Dolomite aus). Indessen sind die fraglichen Dolomite vom Hauptdolomit durchaus zu unterscheiden. Zusammenfassend sind es meist helle bitumenfreie, poröse bis löcherige Dolomite, zuweilen sandig und Kohleschmitzen führend. Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. H. Jerz (Bayer. geol. Landesamt) handelt es sich um typische Raibler Dolomite, die nicht dem Hauptdolomit zugeordnet werden können. Damit ergibt sich, daß das örtliche Raibler Profil solchen anderer Vorkommen am Nordrand des „Hochbajuvaricum" (Broili 1914, Seyed-Emami 1962 Mskr., Zacher 1964, Jerz 1966, Schuler 1968) ähnlich und den Grundzügen nach als Normalprofil anzusehen ist. (Tektonische Konsequenzen siehe S. 409). Die in anderen Profilen auftretenden Rauhwacken über den Kalken sind in der Wendelstein-Großmulde wie hier nicht immer ausgebildet und scheinen dann primär nicht sedimentiert worden zu sein.

Biostratigraphisch waren die Raibler Schichten mangels geeigneter Fossilien nicht einzustufen. Auch Osswalds Zuordnung der Raibler Sandsteine zur Zone des *Trachyceras aonoides* und der übrigen Gesteine zur Zone des *Tropites subbullatus* war nicht zu fundieren.

3. Kössener Schichten und Oberrät-Kalke

Die Übergangszone zwischen Plattenkalk und Kössener Schichten ist in der Dümpfel-Mulde als eine 20—30 m mächtige Folge von braunen und blauschwarzen Kalken mit reichlich kleinen Gastropoden (*Rissoa alpina* Gümbel) und Lamellibranchiaten ausgebildet. In den obersten m stellen sich zunehmend cm-dicke Mergellagen ein und unterstreichen so den allmählichen faziellen Übergang in die Kössener Schichten. Durch diese ist aufgrund der schlechten Aufschlußverhältnisse nirgends ein Profil zu legen. In kleineren Aufschlüssen sind faziell zu unterscheiden:

a) Makrofossilfreie Mergel und Kalke als Bildungen des stillen anaeroben Wassers; dunkelgrau, mergelig plattig; Ostracodenschälchen, wenige Foraminiferen, „Rogenpyrit" (= vererzte Bakterien-Kolonien nach Fabricius 1960);

b) Mergel des schlecht durchlüfteten wenig bewegten Wassers; grau, etwas sandig, schlecht geschichtet; dünnschalige, kreidig erhaltene kleine Lamellibranchiaten wie *Lucina alpina* (Winkler), *Cardita austriaca* v. Hauer.

c) Pelitische Kalke und -Mergel mit Schillagen von Lamellibranchiaten, die in gut durchlüftetem unbewegtem Wasser entstanden sind; die Lamellibranchiaten sind auf den Schichtflächen angereichert und je nach Strömungsintensitäten größenmäßig sortiert. Bis zu mehrere cm dicke Schillagen. Die Lamellibranchiaten werden vertreten durch

Leda deffneri Oppel
Leda deffneri bavarica Oppel
Leda alpina Winkler
Cardita austriaca v. Hauer
Cardita spinosa Winkler
Lucina alpina Winkler
Lucina sp.
Rhaetavicula contorta (Portlock)
Gervilleia inflata Schafhäutl
Lima punctata Goldfuss
Chlamys div. sp.
Chlamys bavaricus (Winkler)
Chlamys coronatus (Schafhäutl)
Dimyodon intusstriatum (Emmrich)
Ostrea sp.
Mytilus div. sp.
Modiola sp.
Modiola faba Winkler

Gastropoden kommen gelegentlich vor, zum Beispiel:

kleine Turritellen
Murchisonia aff. *euglypha* Koken
Actaeonia (Cylindrobullina) elongata Moore

d) Die Korallen-Fazies mit meist arenitisch biogendetritischer Grundmasse stellt sich zunehmend in den oberen Kössener Schichten ein und wechsellagert mit der mehr pelitischen Lamellibranchiaten-Fazies. An Fossilien enthält sie zum Beispiel

„*Thecosmilia clathrata* Emmrich"
Thamnasteria rectilamellosa (Winkler)
Astraeomorpha confusa (Winkler)
Bryozoenstöckchen
Cidaris div. sp.

Im ganzen gesehen zeigen die Kössener Schichten eine rasch wechselnde Abfolge von Kalken und Mergeln, von schlecht durchlüfteten Stillwasser- und gut durchlüfteten Bewegtwasserbildungen. Die Fauna ist typisch für unteres und mittleres Rät der bayerisch-tirolischen Kalkalpen.

Die dunkle Ausbildung der Oberrät-Kalke in der nördlichen Zone, der „Fazieszone Kalkalpen-Nordrand", wurde bereits als abgewandelte „Bahamafazies" bekanntgemacht (Wolff 1967).

Die südliche helle Ausbildung im „Synklinorium" ist eine typische Riffazies. Die Mächtigkeit wechselt zwischen 100 und 150 m. Den Nordflügel der Klammalm-Hauptmulde bauen im Bereich (078/831) vom Liegenden zum Hangenden folgende Gesteine auf:

a) hellgraue, beige und weiße Kalke mit dichter Grundmasse und biogenen Resten von Lamellibranchiaten, vereinzelten Thecosmilien, Angulodiscen und sonstigem Fossilschutt.
   Die Farbe wird zum Hangenden hin immer heller;
b) helle, ooidische bis onkoidische Kalke;
c) oodische und crinoidendetritische Kalke.

Bereits im Handstück ist zuweilen ein Wechsel von dichtem und ooidischem Kalk erkennbar. Die Gesteine zeigen häufig laterale und vertikale Übergänge. Die Bankmächtigkeiten liegen zwischen 0,10 und 4 m; am häufigsten ist eine solche von 2 m. Im Schutt sind Blöcke aus sterilem Bänderkalk zu finden, dessen mm-rhytmische Schichten synsedimentäre Faltungen aufweisen.

Am Westrand der Hauptmulde ist ein 20 m hohes Thecosmilien-Riff ausgebildet. Seitwärts und im Hangenden folgen helle Schuttkalke.

Das Riff ist gänzlich aus schüsselförmigen Thecosmilien-Stöcken *(„Thecosmilia clathrata")*, die einen Durchmesser von 1,5 m und eine Höhe von 1 m erreichen, aufgebaut. Die Schüsseln sind zum Teil in sich abgeschlossen, zum Teil durchdringen sie sich in den Randpartien. Die 4—5 mm dicken Äste können lockere und buschige Stöcke aufbauen. Übergänge sind selten. Die Grundmasse ist dicht pelitisch, rosa bis gelblichweiß. Die Korallenäste wittern einige mm aus und werden durch schwarzen Flechtenbewuchs besonders gut sichtbar. Als Riffbewohner sind gelegentlich einige Lamellibranchiaten zu finden. Dem gleichmäßigen und ungestörten Wachstum der Korallenstöcke und der pelitischen Grundmasse zufolge handelt es sich um ein Riff, das lange Zeit in ruhigem Wasser aufwuchs.

Am Westrand der südwestlichen kleinen Mulde folgen über Kössener Schichten 20—30 m graue bis rötliche Kalke mit Lamellibranchiaten-Schutt. Darüber liegen 8—10 m pelitische rötliche Kalke, in denen eine charakteristische Fauna mit Cyrtinen, Korallen, Schwämmen und anderem (näher beschrieben in Wolff 1967) zu finden ist. Die Ausbildung kann als Starhemberger-Fazies bezeichnet werden. Darüber folgen helle Kalke mit unterschiedlichen Mengen an biogenem Schutt, allgemein von Lamellibranchiaten und Thecosmilien stammend. *Angulodiscus communis* tritt in Massen auf und ist schon mit bloßem Auge zu erkennen. Ungegliederte Kalkschwämme, zum Beispiel *Peronidella*, sind im obersten Rät häufig.

An den Klammalm-Häusern sind die höchsten Rätkalke als Angulodiscus-Kalke mit Lamellibranchiaten ausgebildet, 500 m nördlich der Klammalm als Thecosmilien-Gastropoden-Kalke.

Die großwüchsigen, dickschaligen und verzierten Gastropoden gehören den Pleurotomariidae und Murchisoniidae an, zum Beispiel

Sisenna cf. *turbinata* Hörnes
Vistilia cf. *dittmari* Koken

Zuweilen sind die obersten Rätkalke aus gelben Schillkalken, Oolithen, Thamnasterien-Kalken und Hydrozoen/Pharetronen-Kalken aufgebaut.

Im ganzen gesehen zeigen die Rätkalke einen raschen horizontalen und vertikalen Wechsel von kalkpelitischen Gesteinen, Kalkareniten, Spatkalken und Oolithen, meist mit hohem Anteil an biogenen Resten.

Zusammenfassende Faunenliste der Oberrät-Kalke:

Spongea	Inocoa div. gen. et sp.
Cnidaria	*Thamnasteria rectilamellosa* (Winkler) *„Thecosmilia clathrata* Emmrich"

	Thecosmilia div. sp. *Astraeomorpha crassisepta* Reuss *Isastrea* sp. *Stromatomorpha stylifera* Frech *Lamellata wähneri* Flügel & Sy
Vermes	„*Serpula*“ sp.
Brachiopoda	*Terebratula (Rhaetina) gregaria* Suess *Terebratula pyriformis* Suess *Terebratula punctata* Bittner *Terebratula rhaetica* Zugmayer *Terebratula gregariaeformis* Zugmayer *Terebratula* — Jugendformen *Spirigera* cf. *wissmanni* Münster *Waldheimia norica* Suess *Rhynchonella fissicostata* Suess *Cyrtina uncinata* Schafhäutl *Spiriferina kössenensis* Zugmayer
Lamellibranchiata	div. gen. et sp. indet. (Hauptmasse) *Cardita* div. sp. *Megalodon* sp. *Rhaetavicula contorta* (Portlock) *Chlamys* div. sp.
Gastropoda	div. gen. et sp. indet. *Sisenna* cf. *turbinata* Hörnes *Vistilia* cf. *dittmari* Koken *Trochus (Tectus)* sp. sp.
Echinodermata	*Cidaris*-Stacheln Holothurien-Skelettelemente Crinoiden-Stielglieder
Dasycladaceae	gen. et sp. indet. (abgerollter Schutt) *Griphoporella curvata* Gümbel
Rhodophyceae	*Solenopora* sp. *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri)
Codiaceae	gen. et sp. indet. *Lithocodium* sp.
Cyanophyceae (?)	Sphaerocodien Krusten

Zur Ökologie: Riffkalke mit überwiegend biogener Anlagerung sind sehr selten. Riffschutt-Gesteine und Oolithe, in mehr oder weniger bewegtem Wasser entstanden, nehmen den Hauptteil der rätischen Gesteine ein, und zwar in rascher horizontaler und vertikaler Variabilität. Die Untersuchungen sprechen für ein flaches, reliefreiches Meer mit „Riff-Klima“, in dem jedoch die Erbauer von Riffen selten den Vorzug ruhigen Wassers genießen und ein kontinuierliches Riff erstellen konnten. Vielmehr wurden die immer wieder fußfassenden Cnidarier, Schwämme und Kalkalgen und ihre Bauten von Stürmen heimgesucht, die regelrechte Schutthaufen hinterließen. Der Schutt wurde verfrachtet, sortiert und weiter aufgearbeitet, wie diese Verhältnisse auch heute in Riffgebieten zu beobachten

sind. Einschwemmungen von Ton und gelegentlich „Terra rossa“ verursachten im untersten und obersten Teil der Kalkfolge Varianten, die nach DOBEN (1959, S. 9) und FRANZ (1966) in Riffkanälen entstanden.

4. Jura

Ablagerungen des Jura treten im südlichen Teil des Aufnahmegebietes auf, vor allem im Inneren der Klammalm-Mulden, welche die nördlichen Teilmulden des Synklinorium darstellen. Südlich davon nehmen Jura-Ablagerungen dann größere Flächen ein. Weiter sind innerhalb des Streifens der tiefen Oberkreide einige kleinere Vorkommen eingeschuppt („Adnether“ sowie Kieselkalke).

Morphologisch machen sich die Jura-Schichten durch weiche Bergformen bemerkbar. Der Kieselkalk bedingt hin und wieder kleine Felswände und Versteilungen. Die Vegetation ist üppig; an nicht zu sonnigen Hängen des Kieselkalkes sind Adlerfarn-Wälder *(Pteridium aquilinum,* SiO_2-liebend) besonders auffallend.

Über den verschieden ausgebildeten rätischen Grenzschichten folgt großenteils, wenn auch häufig nur in Spuren zu erkennen, mit ungefähr gleichbleibender Mächtigkeit von 8—12 m, ein ziegelbraunroter, Cephalopoden führender Knollenflaserkalk („Adnether-Fazies“). In den obersten Lagen geht die Farbe ziemlich regelmäßig in pastellrot, -grün und weißlichgrau über. Häufig sind syngenetische Aufarbeitungen, sog. Resedimente. Dazu sind Subsolutionserscheinungen (Kalkauflösung auf den Oberseiten von Schichtflächen und Ammoniten) bezeichnend.

Dünnschliff-Beschreibung: Die kalkpelitische Grundmasse enthält hämatitisches Pigment, das diffus und wolkig verteilt sowie in Schlieren angereichert sein kann. Auch tritt es als Vererzungsmittel von Echinodermenresten und Foraminiferen auf, die neben zartschaligen Lamellibranchiaten als biogene Komponenten vorhanden sind. An Foraminiferen waren zu bestimmen

Lagena bicamerata JONES
Nodosaria metensis TERQUEM
Pseudonodosaria cf. *vulgata (*BORNEMANN)
Lenticulina (Lenticulina) sphaerica KÜBLER & ZWINGLI
Lenticulina (Astacalus) simplex KÜBLER & ZWINGLI
Marginulina spinata TERQUEM
Vaginulina aff. *elegans* KÜBLER & ZWINGLI
Frondicularia globulosa KÜBLER & ZWINGLI

Frondicularia woodwardi HOWCHIN wurde gegenüber dem weit verbreiteten und häufigen Auftreten im Rät hier überhaupt nicht mehr angetroffen.

An Makrofossilien lieferten die Aufschlüsse direkt an den Klammalm-Häusern (0835/827):

Glossothyris aspisa (MENEGHINI)
Lobothyris punctata (SOWERBY)
Rhynchonella sp.
Plagiostoma conrathi WÄHNER
Nannobelus sp.
Nautilus striatus SOWERBY

Juraphyllites cf. *nardii* (MENEGHINI)
Ectocentrites petersi HAUER
Peltolytoceras aff. *giordanii* (BON.)
Arnioceras sp.
Arnioceras mendax FUCINI
Oxynoticeras virgatum PIA
Promicroceras cf. *planicosta* SPATH
Deroceras perisphinctoides FUCINI

Oxynoticeras virgatum stammt aus den obersten, bereits ausgebleichten Bänken.

HASEMANN (1929, S. 16) berichtet dazu über Funde von

Arietites raricostatus ZIET.
Arnioceras ceratitoides (QUENSTEDT)
Coroniceras rotiforme (SOWERBY)

Im Bereich der Klammalm Nord (0845/8295, 250 m nördlich der Klammalm-Häuser) wurden gefunden

Coroniceras rotiforme (SOWERBY)
Paltechioceras dignatum (T. & W.)
Oxynoticeras sp.

Ein im Kreidestreifen (unterhalb der Beiwand, Höhe 970 m) eingeschupptes kleines Vorkommen lieferte

Hastites clavatus (SCHLOTHEIM)
Tropidoceras masseanum (D'ORBIGNY)

Nach OSSWALD (S. 219) entspricht der unterere Knollenflaserkalk der Angulaten-Zone und eventuell noch einem Teil der Arieten-Schichten. Leider finden sich keine Fossilangaben. Die Angulaten-Zone konnte nicht aufgefunden werden. Wie aus den Fossilfunden zu ersehen, erfolgte die Knollenflaserkalk-Sedimentation mindestens seit dem Unteren Sinemurien (Einteilung siehe DEAN, DONOVAN, HOWARTH 1961) und der Zone des *Arietites bucklandi*.

An der Klammalm führen die oberen „Rät-Kalke" *Angulodiscus communis*, im Norden der Klammalm-Mulde „*Thecosmilia clathrata*". Die beiden Fossilien werden von verschiedenen Autoren als Rättypen, „*Thecosmilia clathrata*" sogar als Leitfossil betrachtet. Sollte das zutreffen, könnte man eine Schichtlücke zwischen Rät und Unterem Sinemurien (Lias α_3) annehmen. Diese Einschätzung ist jedoch sehr gewagt. „*Thecosmilia clathrata* EMMRICH" repräsentiert eine Sammelart; zudem ist das Ausklingen ihrer Verbreitung im oberen Rät bzw. im Grenzbereich Rät-Jura zu ungenügend bekannt. Da im obersten „Rät" keine sicheren Leitfossilien gefunden wurden, ist somit nach den heutigen Kenntnissen nicht zu entscheiden, ob die „Rät"-Sedimentation auch im Hettangien (Lias α_1 und α_2) erfolgte oder eine Schichtlücke vorliegt. Die „Jura"-Sedimentation erfolgt jedenfalls ohne erkennbare Winkeldiskordanz über dem „Rät".

Im östlichen Teil der Klammalm-Mulde reicht der Knollenflaserkalk bis in das Obere Sinemurien, wie *Oxynoticeras* (im Süden) und *Paltechioceras* (im Norden) erkennen lassen. Im Unteren Pliensbachien folgt dann Kieselkalk. Weiter im Nordwesten ist noch Unteres Pliensbachien mit *Tropidoceras* (Schuppenvorkom-

men, zweifellos mit der Klammalm-Mulde in sedimentärer Beziehung) als „Adnetherkalk" entwickelt.

Im westlichen Teil der südwestlichen kleinen Mulde (vergl. S. 406, Profil d) folgen über dem Rät (nach 15—20 m Schutt) 4—6 m F l e c k e n k a l k e. Neben dem durch die Mulde führenden Holzweg sind sie in einzelnen Brocken zu erkennen. Das Gestein ist dünnbankig, hell- bis mittelgrau und mit länglichen dunklen Flecken versehen. Diese sind nach ALBRECHT (1953) gyttja-ähnliche Faulschlammbildungen, die sich in Grabröhren von Würmern gebildet haben. Zu beobachten sind ferner Rostflecken (von Pyrit herrührend) und gelegentlich grauschwarze Hornsteinknollen. An Fossilien fanden sich

Inoceramus sp.
Inoceramus cf. *falgeri* MERIAN
Phylloceras sp.
Calliphylloceras sp.
Microderoceras bispinatum GEYER

Microderoceras kommt hauptsächlich im Ober-Sinemurien vor.

Über den Fleckenkalken folgen ca. 2 m hellere, pastellgraue, harte K i e s e l k a l k e mit bräunlich-grauen Hornsteinschlieren, die ohne scharfe Grenze in das umgebende Gestein übergehen. Die geringmächtige Folge lieferte lediglich einige zusammengeschwemmte Exemplare von

Passalotheuthis apicicurvata (BLAINVILLE),

einen Hinweis auf Unteres Pliensbachien.

300 m östlich der Flecken- und Kieselkalke (Profil c u. d, S. 406) folgen über den unteren Knollenflaserkalken einige Meter (genaue Mächtigkeit unbekannt, da nur auswitternder Schutt) h e l l g r a u e K a l k e, die selten kleine dunkle Flekken besitzen und etwas härter als die Fleckenkalke sind. Fossilien sind mit Limonit überzogen:

Juraphyllites lunensis (DE STEFAN)
Microderoceras aff. *birchi* SOWERBY

Letzterer gibt einen Hinweis auf oberes Unter-Sinemurien (Unterzone des *Microderoceras birchi).*

Das Hangende der Flecken- und Kieselkalke bilden grünliche, blaßrote und düster b r a u n r o t e K n o l l e n f l a s e r k a l k e (4 m) mit leichtem Stich ins Violette. Die Farben sind unregelmäßig fleckig verteilt und weisen auf sehr variable Oxydations- und Reduktionsverhältnisse auf engem Raum hin. An Fossilien waren zu gewinnen

Passalotheuthis paxillosa SCHLOTHEIM
Lytoceras sp.
Protogrammoceras normannianum (D'ORBIGNY)

Die Gattung *Protogrammoceras* hat ihre Hauptverbreitung im Oberpliensbachien. *Passalotheuthis paxillosa* weist ebenfalls auf höheren Mittellias.

Überblick über die Ablagerungen des tieferen Jura:

In der Klammalm-Hauptmulde und der südöstlich anschließenden kleinen Mulde enden die unteren Knollenflaserkalke („Adnether") teils mit dem Oberen Sinemurien, teils konnten sie bis in das Untere Pliensbachien verfolgt werden (im Norden). Ohne Zwischenschaltung anderer Gesteine werden sie von den höheren Kieselkalken überlagert.

In der südwestlichen kleinen Mulde, welche positionsmäßig dem Hauptteil des Synklinorium am nächsten kommt, reichen sie dagegen höchstens noch bis ins Untere Sinemurien, worauf hellgraue Kalke, Fleckenkalke im Oberen Sinemurien, Kieselkalke und obere bunte Knollenflaserkalke bis in das Obere Pliensbachien sedimentiert wurden. Darüber folgen dann wieder Kieselkalke als Rest der Muldenfüllung. Nach FABRICIUS (1960, S. 148) gehören die roten Lias-Kalke einem Bereich mit sehr langsamer Sedimentation und Absenkung an, in dem O_2-haltiges, oxydierendes Meerwasser gute Einwirkungsmöglichkeiten hatte. Die grauen Fleckenkalke seien in schlecht durchlüfteten Zonen schnellerer Absenkung = rascherer Sedimentation entstanden. Unterschiedliche Tiefen sollen weniger maßgeblich gewesen sein. Nach JACOBSHAGEN (1965, S. 75) hingegen hing die schlechte Durchlüftung des Bodenwassers nicht von der Sedimentationsgeschwindigkeit ab, sondern von mangelnder Wasserbewegung. Die Verhältnisse der Graukalkbildung herrschten hier jedenfalls nur kurzfristig. Die physikalisch-bionomischen Ablagerungsbedingungen wechselten vertikal und horizontal relativ rasch. Südlich des Kartengebietes, im Zentralteil des Synklinorium werden Fleckenkalke bis zu 100 m mächtig (HASEMANN, 1929, S. 17). Von Norden nach Süden fortschreitend wurde die Sedimentation der Rotkalke immer früher beendet. An ihre Stelle treten die beschriebenen verschiedenartigen Kalke und im anschließenden Zentralteil des Synklinoriums die Fleckenkalke. Das Synklinorium stellt wohl eine Hauptsenkungszone des Jura-Meeres der heutigen Kalkalpen dar.

Profile im Grenzbereich Rät-Jura

a) Klammalm-Häuser (0835/827)
„Rät": gebankte, helle Kalke mit *Angulodiscus communis* KRISTAN
Jura: 8 m rote Knollenkalke, die obersten 1,5 m ausbleichend (Unt.-Ob. Sinemurien)

b) Klammalm-Nord (250 m nördlich der Klammalm-Häuser)
„Rät": helle Kalke mit *„Thecosmilia clathrata"* (Thecosmilien-Gastropoden-Kalke);
Jura: rote Knollenflaserkalke (bis Ob. Sinemurien).

c) Südwestl. Mulde Mitte
„Rät": a) helle Kalke mit Thecosmilien
b) gelbe Kalke mit Lamellibranchiaten und Brachiopoden
Jura: c) 6—8 m rote Knollenflaserkalke
d) ca. 5 m graue Kalke (Oberes Unter-Sinemurien).

d) Südwestl. Mulde West
„Rät": helle Kalke
Jura: nach 15 m Schutt
a) einige m grauer Fleckenkalk (Ob. Sinemurien);
b) 2 m grau-beiger Kieselkalk mit Hornsteinen.

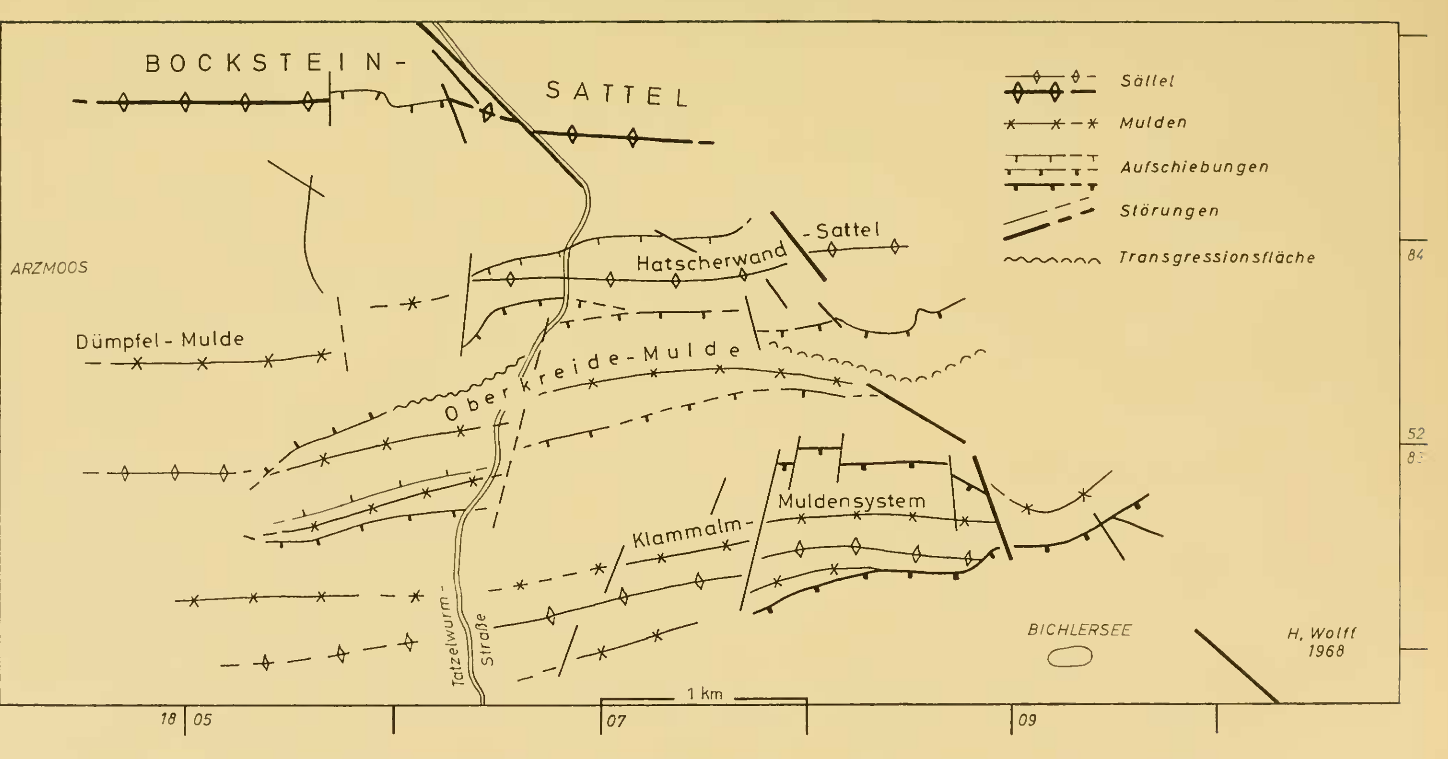


Abb. 3: Tektonische Übersichts-Skizze des östlichen Wendelstein-Gebietes zwischen Arzmoos und Bichler-See.

H ö h e r e K i e s e l k a l k e : Das Hangende des verschieden ausgebildeten unteren und mittleren Lias bilden allgemein graue Kieselkalke mit Hornsteinen. Im unteren Teil, wie z. B. an der Klammalm sind sie plattig bis dünnbankig, zuweilen mm-rhytmiert und haben glatte Schichtoberflächen. Die Grundmasse ist grauer harter, eckig und muschelig brechender Kieselkalk. Eingelagert sind bandförmige bis schlierige schwarze Hornsteinlagen. Nach oben zu wird die Bankung gröber, und die braunschwarzen Hornsteine nehmen unregelmäßige Formen an. In den oberen Teilen können sich auch blaßrosafarbene Kieselkalke mit braunen Hornsteinbutzen und -linsen einstellen. Ein Schuppenvorkommen im Kreidestreifen enthält „adnetherrote" Kieselkalke mit rotbraunen Hornsteinlagen. Als Linsen treten spätige Kieselkalke mit Echinodermenfragmenten auf.

Die pelitische Grundmasse der Kieselkalke enthält als biogene Komponenten massenhaft angehäufte Spongiennadeln. Dazu kommen einige Echinodermenreste, Ostracoden und Foraminiferen wie Ophthalmidien, *Vaginulina* sp. und *Involutina* cf. *liasina* JONES. Pseudooidische Schlammkugeln aus dichterem Pelit sind ebenfalls beobachtbar.

Feinstratigraphisch auswertbare Fossilien wurden nicht gefunden. Aus der Einschaltung von Lias-„Schiefern" mit *Harpoceras lythense* und *Posidonia bronni* innerhalb der Kieselhornsteinkalke südlich des Aufnahmegebietes (HASEMANN, S. 20) sowie den Mächtigkeits- und Altersverhältnissen anderer Gebiete (zum Beispiel D. MÜLLER 1965 Mskr., Chiemgau) ist jedoch anzunehmen, daß der Kieselkalk neben dem mittleren und oberen Lias auch einen Teil des Doggers vertritt. Die Gesamt-Mächtigkeit beträgt in der Klammalm-Hauptmulde bis zu 150 m.

Bezüglich der T i e f e n O b e r k r e i d e konnten Unterlagen beigebracht werden, aufgrund derer die Fenstertheorie des Kreidestreifens (OSSWALD) nicht mehr zu halten ist. Näheres in WOLFF 1968 a.

III. Tektonik

Der Bau des Gebietes läßt sich von Nord nach Süd in drei unterschiedliche Zonen gliedern, einen nördlichen, mittleren und einen südlichen Teil.

N o r d t e i l. Der im Anschluß an die G r o ß e W e n d e l s t e i n - M u l d e vorhandene Sattel, der südlich des Wendelstein-Gipfels als „Bockstein-Sattel" bekannt wurde, erfährt gegen Osten zu eine Depression, so daß sein Wettersteinkalk-Anteil im Förchenbach-Gebiet unter jüngere Gesteine eintaucht. Gegen das Inntal zu treten diese immer stärker hervor. Eine besondere Ursache hierfür sind zahlreiche Störungen, die bereits SCHLOSSER (1909) als zum Inntal abfallende Staffelbrüche erkannte.

Vom Förchenbach bis 1,5 km westlich davon ist Wettersteinkalk tektonisch unterdrückt. An dessen Stelle liegen Raibler Kalke mit mäßig steil südfallender Störung auf Hauptdolomit (Abb. 2, Profil 4). Zutage tritt Wettersteinkalk wieder am Förchenbach, wo starke Störungen (s = 140°) durchziehen, in deren Verlauf bachabwärts noch einige Wettersteinkalk-Linsen aneinandergereiht sind.

Auf den oberen Wettersteinkalk folgen Raibler Schichten in einer Ausbildung, wie sie auch andernorts am Nordrand des „Hochbajuvaricum" ausgebildet sind. Darüber liegt normal Hauptdolomit. Die Grenzflächen Wettersteinkalk/Raibler Schiefertone und Schiefertone/Raibler Dolomite wirkten mechanisch als Inhomogenitätsflächen, so daß der Raibler Streifen als Störungszone erscheint, wie es auch sonst häufig der Fall ist. OSSWALD hat eine Störung zwischen Raibler Kalken und dem Hauptdolomit als Grenze seiner „Schuppen IV" und „VIa" gezeichnet. Wo in der Einbruchszone der Hauptdolomit tektonisch von Raibler Kalken überlagert wird, wurde jedoch keine Störung dargestellt. Die „Schuppe VIa" soll um über 1000 m gegenüber „Schuppe IV" abgesunken sein. Die jetzt als Raibler Dolomite erkannten Gesteine deutete OSSWALD als Hauptdolomit der „Schuppe IV". Vor allem weil die Gesteinsglieder in kontinuierlicher Abfolge vorhanden sind, ist für eine Annahme zweier tektonischer Einheiten von Schuppenrang kein Grund vorhanden.

Auf die Raibler Schichten folgen Hauptdolomit, Plattenkalk und Rät. Im westlichen Teil bilden die beiden letzteren eine einfache westost streichende Mulde (Dümpfel-Mulde) mit Kössener Schichten im Kern (Abb. 2, Profil 1). Im mittleren Teil stehen, gegen die Mulde von einer Störung begrenzt, Rätkalke an und ziehen als Sattel, in dessen Kern Hauptdolomit auftaucht, über das Rehleitenholz zur Hatscherwand (Hatscherwand-Sattel, Abb. 2, Profile 5—7). OSSWALD stellte die Hatscherwand zur „Schuppe IV", den Förchenbach-Bereich hingegen zur „Schuppe VIa". Die tektonische Trennfuge dieser beiden Schuppen bildet nach OSSWALD eine große, etwa 130° streichende Störung. „Schuppe VIa" soll entlang dieser Störung neben die „Schuppe IV" unter tektonischer Überwältigung von „Schuppe V" eingeschoben worden sein. Störungen, auf die Bezug genommen werden kann, sind zweifellos im Hatscherwand-Bereich ausgebildet (130°—150°/80 W, 90, 80 0); an einigen sind nahezu horizontale Striemen zu beobachten. Faziell gesehen (WOLFF 1967) bilden aber die Förchenbach-Rätkalke eindeutig die Fortsetzung von denen der Hatscherwand. Und nach der Morphologie zu urteilen, sinken sie staffelbruchartig bis zu 400 m in das Förchenbachtal ein. Gemäß der Lage des Räts beiderseits der „Wildbarren-Störung" kommt nur eine geringfügige Horizontal-Verschiebung in Betracht.

Wie am Förchenbach (Abb. 2, Profil 5) liegt auch an der Hatscherwand (Abb. 2, Profil 7) dem Rät mit steil südfallender Störungsfläche Hauptdolomit auf. Rät und Hauptdolomit fallen gleichsinnig steil nach Süden ein.

Während diese Störung im Förchenbachtal von OSSWALD nicht dargestellt wurde, bekam sie an der Hatscherwand den Rang einer Schuppentrennfuge, wieder von „Schuppe IV" und „VIa", wobei letztere wieder nach dem Aufschub um über 1000 m eingesunken sein soll.

Im Westen des Gebietes ist die Störung nicht weiter vorhanden; hier liegt die erwähnte einfache Mulde mit Kössener Schichten im Kern vor. Im Osten ist sie nur bis zum Inntal verfolgbar (SPENGLER 1956). Es kommt ihr also keine regionale Bedeutung zu.

Für die Grenzen der Schuppen „IV“, „VIa“ und „VIb“ im Arzmoos- und Auerbachtal sehe ich ebenfalls keine Anhaltspunkte, da die Plattenkalkfolge der „Schuppe IV“ rasch gegen die dolomitischen Gesteine der Schuppen „VIa“ und „VIb“ auskeilt. W. MÜLLER (1966 Mskr.) sah sich ebenfalls nicht veranlaßt, eine Schuppengrenze „IV/VIb“ auf seiner geolog. Karte (1:5000) im Nachbargebiet einzutragen.

M i t t e l t e i l. Der Mittelteil wird vom Streifen der tiefen Oberkreide eingenommen. Dessen Fenstertheorie und Überschiebung durch die „Schuppe VIa“ wird in einer gesonderten Arbeit (WOLFF 1968 a) widerlegt. Die transgressiven Kreide-Sedimente liegen heute als teilweise stark gestörte Mulde vor.

S ü d t e i l. Im Anschluß an den Kreide-Streifen findet sich ein verhältnismäßig einfacher nordvergenter, etwa 80° streichender Faltenbau (Spannweiten bis zu 300 m). Von Nord nach Süd folgen aufeinander die Große Klammalm-Mulde (Rät, Jura), ein Sattel aus Kössener Schichten und Plattenkalk, sowie zwei kleinere Mulden (Rät, Jura). Dieses Falten-System ist gegenüber dem Kreide-Streifen herausgehoben und diesem von West nach Ost zunehmend aufgeschoben (100—200 m). Im Osten wird das ganze Muldensystem durch die Wildbarrenstörung abgeschnitten.

An die Mulden schließt ein größeres Hauptdolomit- und Plattenkalk-Gebiet („Schuppe VI“) an. Die südwestliche Mulde zeigt noch eine normale Folge von Hauptdolomit/Plattenkalk und Rät als Südflügel. Im Verlauf der östlich anschließenden kleinen Mulde wird deren Rät und Jura jedoch nach Osten zu in fortschreitendem Maße vom Hauptdolomit überschoben. Östlich der Klammalm wird die Mulde dann ganz unterdrückt (Überschiebung etwa 200 m).

D i e „W i l d b a r r e n - S t ö r u n g“. Wie bereits erwähnt, sind starke Störungen von 130°—150° Streichen im Wettersteinkalk-Einbruchsgebiet, an der Hatscherwand und am Westhang des Wildbarren (östlich Bichlersee) ausgeprägt. Sie liegen in einer Linie und stellen eine Störungszone dar, die „Wildbarren-Störung“ (OSSWALD), in deren Verlauf Brüche, Abschiebungen und Horizontalverschiebungen bevorzugt erfolgten. Es ist zu vermuten, daß auch die starke Einengung des östlichen Teiles der Kreide-Mulde, sowie der nach Ost fortschreitende Nordschub der Klammalm-Mulde und des anschließenden Hauptdolomit-Gebietes damit in Zusammenhang steht. Dieser „Wildbarren-Störung“ ist somit eine besondere tektonische Ausgestaltung des Gebietes zuzuschreiben. Im einzelnen ist der Bewegungsablauf jedoch gänzlich unbekannt; es wäre von Interesse, ihn mittels kleintektonischer Untersuchungen zu klären. Nach der tektonischen Übersichtskarte OSSWALD's sind einige weitere vergleichbare Störungszonen zwischen Traithen-Sudelfeld und dem Inntal ausgebildet.

Kurz betrachtet ergibt sich für die „gebundene“ Tektonik: Zwischen den das Gebiet begrenzenden Großstrukturen (Großer Muldenzug[1]), Synklinorium) befinden sich größere F a l t e n, die in Spannweiten von 100 bis 500 m vertreten sind. Diese Falten kommen im Plattenkalk, Hauptdolomit sowie in den rätischen und jurassischen Kalken vor. Die

[1]) mit anschließendem Wettersteinkalk-Sattel (Bockstein-Sattel, s. Abb. 3)

Cenoman/Turon-Mulde gehört ebenfalls hierher. Im Streichen sind die Falten einige 100 m bis einige km verfolgbar. Kleinfalten sind gelegentlich im Hauptdolomit beobachtbar.

Die Achsen der größeren Falten liegen vorwiegend flach in ost-westlicher Richtung; die Achsen der Kleinfalten hingegen können auch steil eintauchen. Der Faltenbau weist im Kreidestreifen und dem Klammalm-Muldensystem Nordvergenz auf. Der Rät-Sattel an der Hatscherwand ist südvergent.

Nach Süden einfallende Aufschiebungen sind zum Beispiel die Aufschiebung des Hauptdolomits auf den Hatscherwand/Förchenbach-Rätzug, die der Klammalm-Mulden auf den Mittelteil und diejenigen des südlichen Hauptdolomit-Gebietes auf die Klammalm-Mulden. Untergeordnet sind auch nach Norden einfallende Aufschiebungen ausgebildet. Die Kreide-Gesteine wurden mit ihrem Untergrund lokal verschuppt. Tektonische Reduktionen erfuhren Raibler und Kössener Schichten. Die „Wildbarren-Störung" erwies sich als eine für den tektonischen Bau bedeutsame Struktur.

IV. Ergebnisse

1. Der obere Wettersteinkalk zeigt eine Normalfazies und die „Sonderfazies" SCHNEIDER's (1953). Im Gegensatz zur häufig zitierten Fossilarmut ist die Normalfazies relativ fossilreich. Dieser Befund wird durch die in diesem Gebiet geringe Intensität der diagenetischen Umkristallisation stark gefördert. Anthozoen und Kalkschwämme erwiesen sich im Gegensatz zu den zurücktretenden Dasycladaceen als biogene Hauptvertreter und Erbauer von kleinen Riffstotzen. In den Nördlichen Kalkalpen scheint dies ein regional gültiges Charakteristikum des oberen Wettersteinkalkes zu sein.

2. Die Raibler Schichten zeigen sich entgegen OSSWALD in der normalen Ausbildung der Nördlichen Kalkalpen (Normalprofil), woraus sich tektonische Konsequenzen ergeben. Insbesondere erwies sich der bei OSSWALD zur „Schuppe IV" gerechnete Hauptdolomit als Raibler Dolomit.

3. Das Rät des Förchenbach-Bereiches und das der Hatscherwand wurden gegenüber der Schuppentrennung OSSWALD's nach der Fazies als zusammengehörend erkannt. Die helle Fazies des südlichen Teiles ist eine Gesteinsfolge des Riff-Komplexes („Fazieszone Synklinorium"), woraus spezielle Faziesdifferenzierungen beschrieben wurden.

4. Die Gesteine des Jura wurden altersmäßig durchgegliedert. Lias α_{1-2} war nicht aufzufinden, weshalb auf die Problematik von Schichtausfall oder Sedimentation und Riffwachstum des „Rät" bis an die Basis des Lias α_3 hinzuweisen war. Nach Süden zu wird die rote Adnetherkalk-Sedimentation zeitlich immer früher durch Kieselkalke und Fleckenkalke abgelöst, was die Annäherung an den bereits jurassisch angelegten Trog des Synklinorium erkennen läßt. Fleckenkalke und obere Knollenflaserkalke wurden neu aufgefunden.

5. Die von OSSWALD postulierte Schuppentektonik (Schuppen IV, VIa, VIb, VI) erwies sich durch folgende Tatsachen als nicht gerechtfertigt:
1) die normale Abfolge von Wettersteinkalk, Raibler Schichten und Hauptdolomit,

2) die Zugehörigkeit des Räts am Förchenbach und an der Hatscherwand aufgrund der Fazies,
3) die Verzahnungen des Hauptdolomits mit dem Plattenkalk,
4) die transgressive Natur der Cenoman/Turon-Ablagerungen.

Die Schuppengrenzen haben nicht die ihnen zugedachte Bedeutung. Sie sind zum einen Teil örtliche Störungen und Aufschuppungen, ausgenommen die „Wildbarren-Störung", (der jedoch kein schuppentrennender Charakter zukommt). Zum anderen Teil sind sie materialbedingt (Raibler Schichten), und zum dritten gedankliche Konstruktionen aufgrund von lateralem Fazieswechsel (Hauptdolomit, Plattenkalk).

Im übrigen Wendelstein-Gebiet und der näheren Umgebung werden die bisher angenommenen Schuppen daraufhin mit modernen Methoden zu überprüfen sein, um hinsichtlich des internen kalkalpinen Baues ebenso wie der Fazies und Paläogeographie der einzelnen Schichtglieder noch mehr Klarheit zu gewinnen.

Schriftenverzeichnis

Albrecht, F., 1953: Das Synklinorium zwischen Isar und Schwarzenbach (Roß- und Buchstein-Gebiet bei Lenggries). — Geologica Bavarica 17, 89—98, München

Broili, F., 1931: Kampenwand und Hochplatte. Ein Beitrag zur Geologie der Chiemgauer Berge. — N. Jb. Min. Beil. Bd. 37, 391—445, 1 Prof., 1 geol. K., Stuttgart

Custodis, A. & P. Schmidt-Thomé, 1939: Geologie der bayerischen Berge zwischen Hindelang und Pfronten im Allgäu. — N. Jb. Min. etc., Beil. Bd. 80, Abt. B, 307—463, Stuttgart

Dean, W. T., Donovan, D. T. & M. K. Howarth, 1961: The Liassic Ammonite zones and subzones of the North-West European Province. — Bull. Brit. Museum vol. 4, Nr. 10, 435—505, Taf. 63—75, London

Doben, K., 1959: Geologische Untersuchungen östlich Oberwössen (Blatt Reit im Winkel). — Diplomarb. Univ. München (Mskr.), 34 S., 2 Abb., 1 geol. Karte.

Fabricius, F. H., 1960: Sedimentation und Fazies des Rät und der Lias-Überdeckung in den Bayerisch-Tirolischen Kalkalpen. — Ungedr. Diss., 157 S., Tafelbeil., München

Fraas, E., 1890: Das Wendelstein-Gebiet. — Geogn. Jh. 3, 35 S., 1 Karte, Kassel

Franz, U., 1966: Die Trias der Oberwössener Mulde (Chiemgauer Alpen). Ein Beitrag zur Stratigraphie und Fazieskunde der Nördlichen Kalkalpen. — 91 S., 3 Abb., 7 Taf., Diss. München

Füchtbauer, H. & H. Goldschmidt, 1966: Beziehungen zwischen Calciumgehalt und Bildungsbedingungen der Dolomite. — Geol. Rdsch. 55, 29—41, Stuttgart

Ganss, O., 1967: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 8240 Marquartstein. — Bayer. Geol. Landesamt, München

Gümbel, C. W., 1861: Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. — 950 S., 42 Taf., Gotha (Perthes)

Haber, G., 1934: Bau und Entstehung der bayerischen Alpen. — Deutsche Landeskunde Bd. 3, München

Hasemann, W., 1929: Geologie des Brünnstein- und Traithengebietes in den oberbayerischen Alpen. — 45 S., 1 geol. Karte, München

Herbst, H. G., 1938: Das Alter der tektonischen Bewegungen in den bayer. Alpen. — Abh. Preuss. Geol. L.-A., N. F. 187, 4—61, Berlin

Ingerson, E., 1962: Problems of the geochemistry of sedimentary corbonate rocks. — Geochimica et Cosmochimica Acta 26, 815—847, New York

JERZ, H., 1966: Untersuchungen über Stoffbestand, Bildungsbedingungen und Paläogeographie der Raibler Schichten zwischen Lech und Inn (Nördliche Kalkalpen). — Geologica Bavarica **56**, 5—100, 32 Abb., 2 Tab., 1 Taf., 5 Beil., München

JACOBSHAGEN, J. H., 1961: Der Bau der südöstlichen Allgäuer Alpen. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh. **113**, 153—206, Stuttgart

KOCKEL, C. W., RICHTER, M. & H. G. STEINMANN, 1931: Geologie der bayerischen Berge zwischen Lech und Loisach. — Wiss. Veröff. DÖAV 10, Innsbruck

MÜLLER, W., 1966: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Wendelstein-Gebiet: Wendelstein-Niederaudorfer Waldalpe. — Dipl.-Arb., Mskr., Univ. München

OSSWALD, K., 1928: Die Wendelsteingruppe. Abriß der stratigraphischen, tektonischen und morphologischen Geschichte. — Mitt. Geogr. Ges. München, Bd. **21**, 183—304, 1 geolog. Karte 1 : 25 000, Profiltaf., tekton. K., München

OSSWALD, K., 1951: Geologische Exkursion zum Wendelstein. — Geologica Bavarica **6**, 65—71, 1 geolog. Übersichtskarte, 1 Profiltaf., München

OTT, E., 1967: Segmentierte Kalkschwämme (Sphinctozoa) aus der alpinen Mitteltrias und ihre Bedeutung als Riffbildner im Wettersteinkalk. — Bayer. Akad. Wiss. (Math.-naturw. Kl.), Abh., N. F. **131**, 95 S., 10 Taf., 9 Abb., 5 Tab., München

RICHTER, M., 1937: Die deutschen Alpen und ihre Entstehung. — Deutscher Boden **5**, 1—179, 56 Abb., Berlin

SCHLOSSER, M., 1909: Zur Geologie des Unterinntales. — Jb. Geol. R. A., Wien

SCHMIDT, H., 1935: Die bionomische Einteilung der fossilen Meeresböden. — Fortschr. d. Geol. u. Pal. **12**, H. 38, 154 S., Berlin

SCHMITT, N., 1966: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Wendelsteingebiet: Breitenstein-Kotalpe. — Dipl.-Arb., Mskr., Univ. München

SCHNEIDER, H. J., 1953: Lagerstättenkundliche Untersuchungen am oberen Wettersteinkalk östlich der Loisach. — Diss., Mskr., Univ. München

SCHNEIDER, H. J., & F. WALDVOGEL, in W. ZACHER, 1964: Eisenerze und Faziesdifferenzierung im oberen Wettersteinkalk. — In: Erl. z. geol. K. v. Bayern 1 : 25 000, Blatt 8430 Füssen, 101—123, Bayer. geol. Landesamt, München

SCHULER, G., 1968: Lithofazielle, sedimentologische und paläo-geographische Untersuchungen in den Raibler Schichten zwischen Inn und Salzach (Nördliche Kalkalpen). — Erlanger geolog. Abh. **71**, 60 S., 4 Taf., 18 Abb., Erlangen

SEYED-EMAMI, K., 1962: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Heuberg-Gebiet. Dipl.-Arb., Mskr., Univ. München

SPENGLER, E., 1956: Versuch einer Rekonstruktion des Ablagerungsraumes der Decken der nördlichen Kalkalpen. II. Teil: Der Mittelabschnitt der Kalkalpen. — Jb. geol. Bundesanst. **99**, 1—75, 1 Abb., 1 Taf., Wien

TAUPITZ, K. C., 1954: Die Blei-, Zink- und Schwefelerzlagerstätten der nördlichen Kalkalpen westlich der Loisach. — Diss. Bergakad. Clausthal

WALDVOGEL, F., 1964: Eisenerzführung und spezielle Faziesentwicklung des oberen Wettersteinkalkes im westlichen Ammergebirge. — Dipl.-Arb., Mskr., Univ. München

WROBEL, J. P., 1966: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Wendelstein-Gebiet: Wendelstein-Hochsalwand. — Dipl.-Arb., Mskr., Univ. München

WOLFF, H., 1967: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Wendelstein-Gebiet: Arzmoos-Bichlersee. — Dipl.-Arb., Mskr., Univ. München

WOLFF, H., 1967: Zur Rät-Fazies des östlichen Wendelstein-Gebietes (Bayerische Alpen). — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. **7**, 227—243, 1 Taf., München

WOLFF, H., 1968 a: Die tiefe Oberkreide (Cenoman — Turon) von Regau im östlichen Wendelstein-Gebiet (Bayerische Alpen). — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. **8**, 309—322, München

ZACHER, W., 1965: Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 8430, Füssen, 151 S., Bayer. Geol. Landesamt, München